

VŠB- Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

# **Mobilní modelářská dílna**

## **Mobile modellers workshop**

Student: Quang Huy Nguyen  
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Hrudíčková Milena, Ph.D.

Ostrava 2011

## Zadání bakalářské práce

Student: **Quang Huy Nguyen**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 60 Průmyslový design  
Téma: **Mobilní modelářská dílna**  
**Mobile Modellers Workshop**

### Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte design mobilní dílny určené pro uskladnění a provoz modelářského nářadí a vybavení při soutěžích ve venkovním prostředí.
2. Zpracujte rešerši v oblasti mobilních dílen, zhodnoťte je z hlediska mobility, snadnosti obsluhy, vnitřního uspořádání, přepravní kapacity a úrovně vybavenosti. Na základě analýzy vytyčte cíle své bakalářské práce.
3. Navrhněte minimálně 3 varianty designu dílny, pro vybranou nejlepší variantu zpracujte návrh konstrukce a specifikaci použitých materiálů.
4. Zpracujte ergonomickou rozvahu pro stanovení základních rozměrů mobilní dílny, proveďte nezbytné pevnostní výpočty vybraných prvků konstrukce (bude upřesněno v průběhu řešení).
5. Vytvořte vizualizaci finálního návrhu mobilní dílny a k obhajobě fyzický model vybrané části.
6. Bakalářská práce bude vyhotovená v souladu s požadavky a předpisy FS, výkresová dokumentace minimálně na formátu A1.

### Seznam doporučené odborné literatury:

DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*. Montanex a.s. Ostrava, 2000.

BOHÁČEK, F.: *Části a mechanismy strojů I - Spoje*. VUT Brno, 1987.

BOLEK, A. A KOL.: *Části strojů - svazek 1*. SNTL Praha, 1990.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.

KŘÍŽ, R.: *Strojnické tabulky II - Pohony*. Montanex a.s., Ostrava, 2002.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

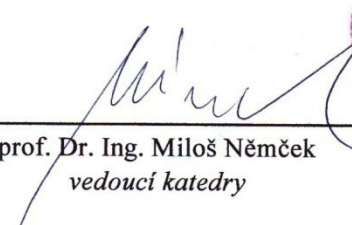
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D.**

Datum zadání: 17. 12. 2010

Datum odevzdání: 23. 5. 2010



  
\_\_\_\_\_  
prof. Dr. Ing. Miloš Němček  
vedoucí katedry

  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou (bakalářskou) práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité poklady a literaturu

V Ostravě.....

.....

Quang Huy Nguyen

Prohlašuji, že:

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce.
- Bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne.....

.....

Quang Huy Nguyen

Jméno a příjmení autora práce:

Quang Huy Nguyen

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Studentská 1770/01

Ostrava- Poruba

700 32

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Nguyen H. Mobilní modelářská dílna: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, 340- Katedra výrobních strojů a konstruování, 2011, 36 s. Vedoucí práce: Ing. Hrudíčková Milena, Ph.D.

Bakalářská práce se zbývá tématem příslušného modelářského skládacího stolu určeného pro vnitřní a vnější závodní okruhy. Bakalářská práce navrhuje možný model a řešení problematiky a designu skládacího stolu. Pomocí stavitelných noh lze stůl složit tak, aby byl přenosný. V úvodní rešerši je rozdělení do kategorií dle vlastností modelářských stolů. Po zhodnocení jednotlivých typů stolů je navržen základní tvar. V práci je obsaženo několik variant, ze kterých je vybrána ta nejvhodnější. Další část se věnuje návrhům stolu ve skicách, v grafických programech a tvorbě reálného modelu.

## **ANONOTATION OF THESIS**

H. Nguyen Mobile Modellers Workshop: Bachelor Thesis. Ostrava: VSB-TU Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, 340 - Department of Production Machines and Design, 2011, 36 p. Thesis head: Ing. Hrudíčková Milena, Ph.D.

The bachelor thesis remains the theme of the kite folding table for indoor and outdoor track. Bachelor thesis is proposes a possible model, solving the problem and design a folding table. Shunting with curtains and the legs, the table may be composed so that the portable table. The following research, divided into categories according to their properties. After comparing the proposed is basic form. The paper contained a number of options from which selected the most suitable option. Another section is devoted to table proposals on sketches, then in graphics programs and a real model.

## Obsah

1	Úvod a cíle práce .....	9
1.1	Úvod:.....	9
1.2	Cíle bakalářské práce .....	9
2	Obecný přehled skládacích stolů.....	9
2.1	Skládací stůl.....	9
2.2	Skládací mechanismus.....	9
2.3	Historie skládacích stolů.....	10
3	Obecné rozdělení .....	11
4	Návrhy skládacího stolu .....	13
4.1	Návrh vlastního řešení.....	14
4.2	Ergonomické pracovní polohy.....	21
5	Vizualizace skládacího stolu v grafických programech .....	25
6	Pevnostní výpočty.....	28
6.1	Pevnostní kontrola nohy skládacího stolu .....	28
6.2	Pevnostní analýza .....	29
7	Reálný model .....	30
8	Závěr.....	34
9	Seznam použité literatury .....	35
10	Seznam příloh .....	36

## Seznam použitého značení:

$d$	vnitřní průměr kolíku	[mm]
$g$	gravitační zrychlení	[m.s <sup>-2</sup> ]
$k_S$	součinitel bezpečnosti	[-]
$m$	hmotnost	[kg]
$D$	vnější průměr kolíku	[mm]
$F$	celková síla	[N]
$F_r$	síla na jednu nohu	[N]
$R_e$	napětí na mezi kluzu	[MPa]
$S$	plocha průřezu	[mm <sup>2</sup> ]
$\pi$	Ludolfovo číslo	[-]
$\tau_D$	dovolené smykové napětí	[MPa]
$\tau_s$	smykové napětí	[MPa]



# **1 Úvod a cíle práce**

## **1.1 Úvod:**

Mezi mé koníčky patří tvorba modelů aut na dálkové ovládání a také se účastním modelářských soutěží. Mezi vybavení používané při modelářských soutěžích patří i skládací stůl, který slouží jako pracovní plocha a zároveň k uskladnění modelářského nářadí a vybavení potřebného při soutěžích ve venkovním prostředí i v halách či tělocvičnách.

## **1.2 Cíle bakalářské práce**

Cílem této bakalářské práce je:

- navrhnout design skládacího stolu pro modeláře, který je určen pro uskladnění a provoz modelářského nářadí,
- zpracovat rešerši, zhodnotit typy stolů z hlediska mobility, snadnosti obsluhy,
- navrhnout skládací stůl tak, aby splňoval požadavky na design i konstrukci,
- vypracovat výkres sestavy, 3D model a vizualizace,
- vypracovat reálný model.

# **2 Obecný přehled skládacích stolů**

## **2.1 Skládací stůl**

Typickým rysem skládacího stolu je, že se jeho nohy dají složit tak, aby se dal snadněji přenést.

Skládací stoly se vyrábějí v mnoha konfiguracích a designu. Mohou být vyrobeny z plastu, kovu, dřeva a dalších materiálů. Díky tomu si lze vybrat skládací stolek pro použití v místnosti nebo ve venkovním prostředí. Jsou vhodné k příležitostnému použití v domácnostech, kancelářích nebo dílnách.

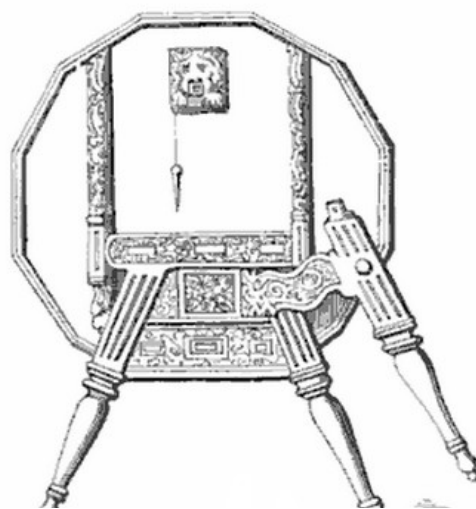
## **2.2 Skládací mechanismus**

Skládací stoly jsou typické tím, že se jejich nohy nejčastěji ohýbají v kloubech umístěných v místě připojení noh k desce stolu. Nohy jsou často navrženy tak, aby se složily na spodní straně desky stolu, zatímco zůstávají připojené, neoddělují se.

### 2.3 Historie skládacích stolů

Historie skládacích stolů se datuje do doby starověkého Egypta a používaly se v koloniální a viktoriánské době (obr. 2.1).

Během 20. století se skládací stoly staly levnou položkou a vyráběly se a prodávaly ve velkém množství. V roce 1940 dala firma Durham Manufacturing Company na trh základní model skládacího stolu.



*Obr. 2.1 Skládací stůl z 16. století*

V roce 1951 Boris Cohen a Joseph Pucci si nechali patentovat první skládací stůl, který byl snadno přenosný. Byl velmi vhodný pro kutily a jeho konstrukce se velmi podobala současným hliníkovým skládacím stolům.

V 50. a 60. letech minulého století byly velmi populární stoly firem Falco a Samsonite, v 80. letech vznikl čínský výrobce COSCO a následovalo mnoho dalších firem.



*Obr. 2.2 Skládací stůl čínské firmy COSCO*



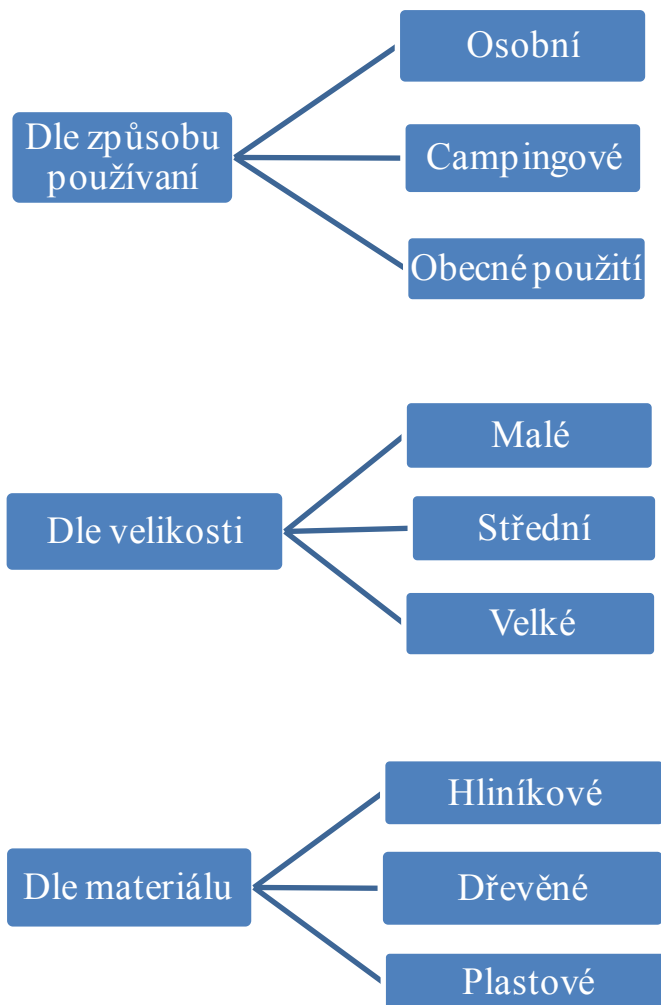
*Obr. 2.3 Skládací stůl od firmy OZtrail*



*Obr. 2.4 Skládací stůl od americké firmy Lifetime*

### 3 Obecné rozdělení

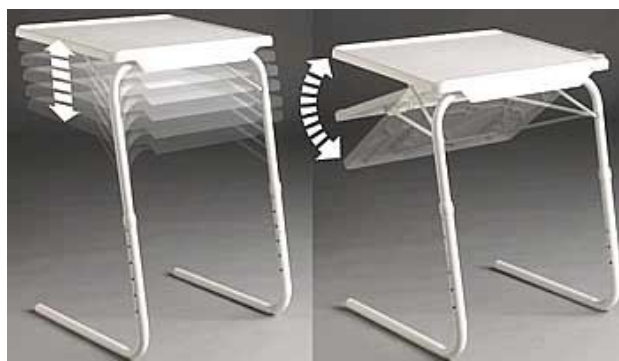
Podle způsobu používání, velikosti nebo materiálu můžeme rozdělit skládací stoly následujícím způsobem:



V následující kapitole uvádím některé stoly, které mě zaujaly svou konstrukcí a inspirovaly mě při návrhu.

#### Malý stůl pro osobní použití

Tento stůl je určen pro užívání jednou osobou. Je populární pro občasné stolování, pro práci na malých projektech, psaní na notebooku, studium, čtení, psaní, kreslení. Je variabilní a mobilní.



Obr. 3.1 Skládací stůl Table Mate II

## Campingový stůl:



*Obr. 3.2 Campingový stůl*

Skládací campingový stůl má vestavěná sedadla, která se dají složit pod desku stolu. Jsou běžně používány ve školních bufetech a jako stoly k zahradnímu posezení.

## Stůl pro všeobecné použití

Tento skládací stůl je vyroben z polyetylénu (PE) s vysokou hustotou a je pevnější, lehčí a odolnější než dřevo. Jsou určeny pro vnitřní i venkovní použití. Ocelový rám poskytuje stolu robustní základ. Konstrukce je chráněna práškovou barvou a povrch je proto odolný vůči povětrnostním vlivům.



*Obr. 3.3 Skládací stůl firmy Lifetime*

## Hliníkový stůl

Odolný a lehký, váží o 20% méně než klasické skládací stoly ve stejných rozměrech. Vhodný pro vnitřní a venkovní použití.

*Obr. 3.4 Hliníkový skládací stůl*



## 4 Návrhy skládacího stolu

Při návrhu skládacího stolu jsem vycházel z vlastních zkušeností coby tvůrce modelů aut na dálkové ovládání. Při závodech se často stává, že se modely poškodí a je třeba je rychle opravit, aby se mohly vrátit zpět do závodu. K tomu se nejčastěji využívají různé mobilní skládací stoly tvořící jednoduchou pracovní rovinu a zároveň odkládací prostor pro nářadí a náhradní díly. Proto má každý závodník při soutěžích k dispozici místo pro umístění svého mobilního stolu (obr. 4.1).



*Obr. 4.1 Závodník při soutěžích ve venkovním prostředí*

Většina závodníků používá obyčejné stoly, které nejsou vhodné pro svou nestabilitu. Proto jsem se rozhodl navrhnout své řešení, kde zohledňuji velikost, materiál a hlavně i funkční předpoklady stolu.



*Obr. 4.2 Pracovní prostor při závodech v tělocvičně*

#### 4.1 Návrh vlastního řešení

Při vlastním návrhu jsou zohledněny základní parametry, kterými jsou konstrukce, funkčnost, tvar, ergonomie a materiály.

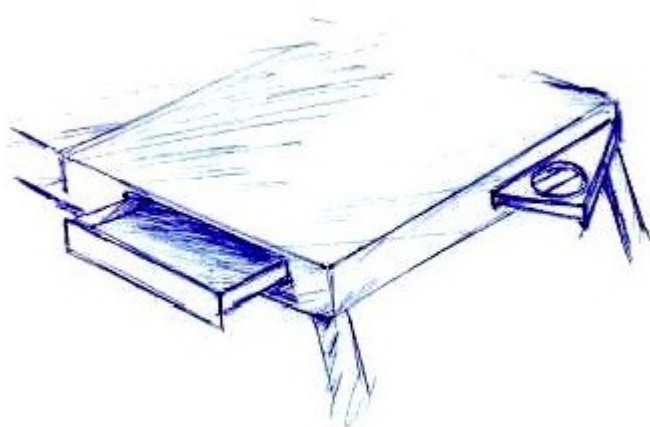
Tento skládací stůl je použitelný ve venkovním i vnitřním prostředí. Typickými materiály, které jsou použity v konstrukci tohoto stolu je polypropylen (PP) na stolní desku a profily z hliníkové slitiny na nohy.

Z čelního pohledu jsou patrné dva šuplíky, které slouží k odkládání drobného nářadí, jako jsou šroubováky, kleště atd. a zaručují zachování větší přehlednosti, pořádku a lepší využití plochy stolu.



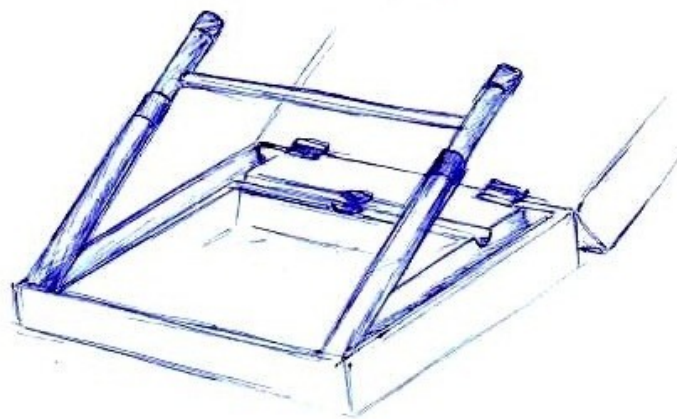
*Obr. 4.3 Varianta 1, celkový pohled na skládací stůl*

Na boku jsem umístil držák nápojů, aby tyto nepřekážely při manipulaci s modelem na stole (viz obr. 4.4).



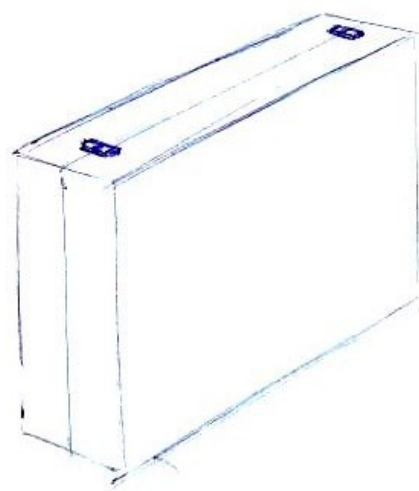
*Obr. 4.4 Varianta 1, šuplík a držák nápojů*



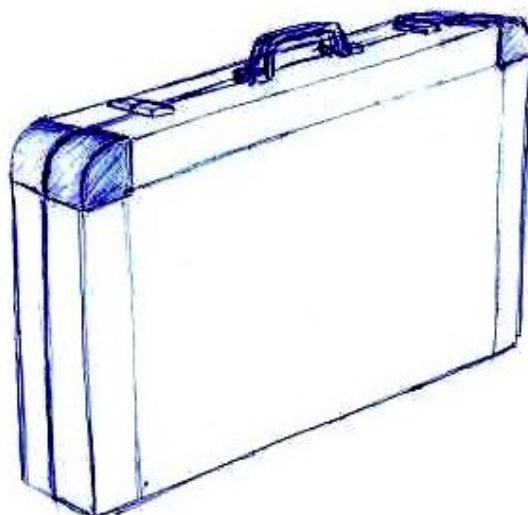


*Obr. 4.5 Varianta 1, řešení zasouvacích a skládacích noh*

Na obrázku 4.5 je vidět detailní řešení zasouvacích skládacích noh stolu. Teleskopické nohy slouží jednak k jejich složení pod desku stolu, dále slouží k nastavení výšky pracovní plochy.

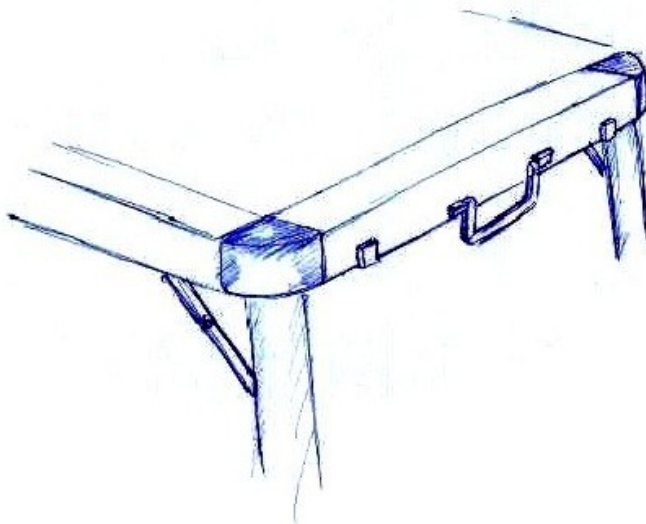


*Obr. 4.6 Varianta 1, skládání*



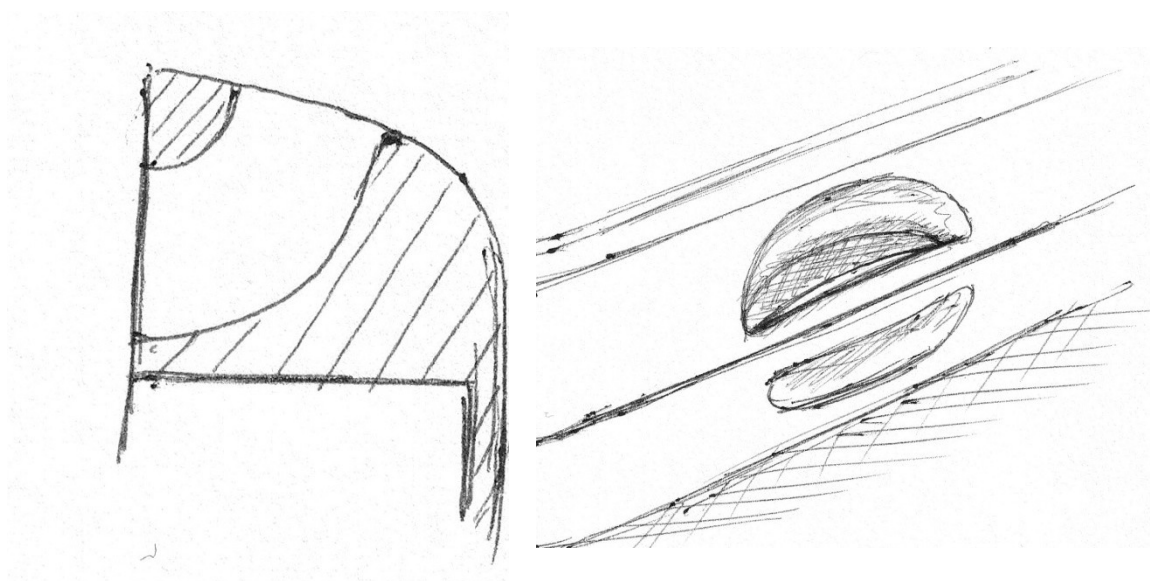
*Obr. 4.7 Varianta 2 vzhledu složeného stolu*

Při zpracování základního tvaru pracovní desky jsem nejprve vycházel z hranaté 1. varianty, ale kvůli bezpečnosti a možným drobným úrazům při střetu s ostrými hranami stolu jsem tuto variantu opustil. U druhé varianty (obr. 4.7 a obr. 4.8) jsem navrhl hrany stolu trochu zaoblit. Z mého pohledu jsou zaoblené hrany vhodnější z hlediska bezpečnosti i estetiky.



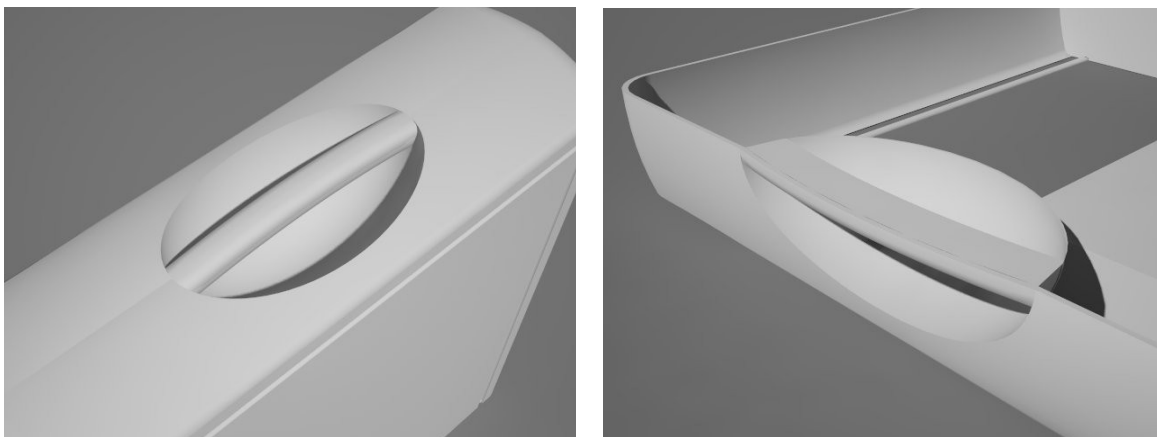
*Obr. 4.8 Druhá - zaoblená varianta skládacího stolu*

Abych design stolu odlišil od již nabízených typů, navrhl jsem tvar rukojeti, která slouží k přenášení složeného stolu, tak, aby byla skrytá v prolisu v boční stěně desky stolu a vytvořila se až po složení stolu. Aby vnitřní prostor rukojeti pro uchopení byl dostatečně velký, vytvořil jsem tvar rukojeti jako zakřivenou plochu (obr. 4.9 a 4.10).



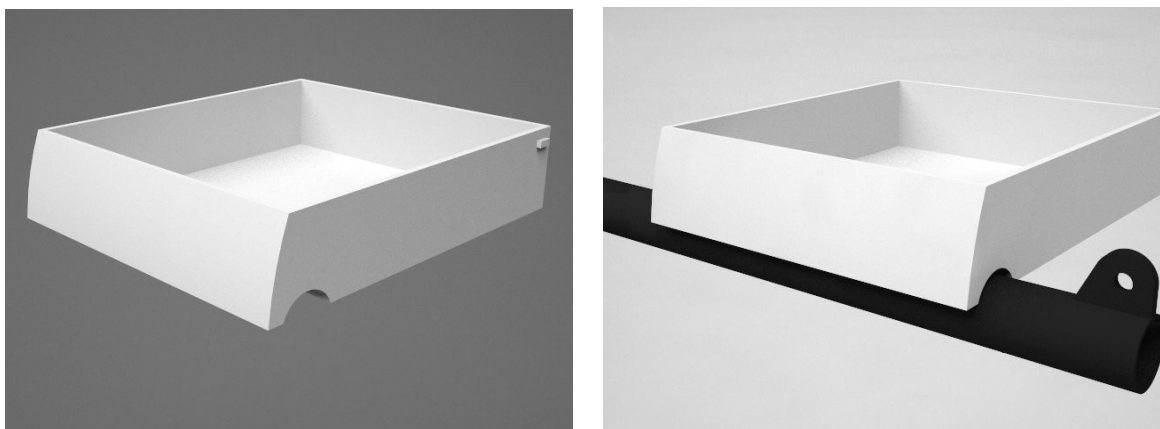
*Obr. 4.9 Návrh rukojeti tvořené tvarovanou boční stěnou desky stolu*





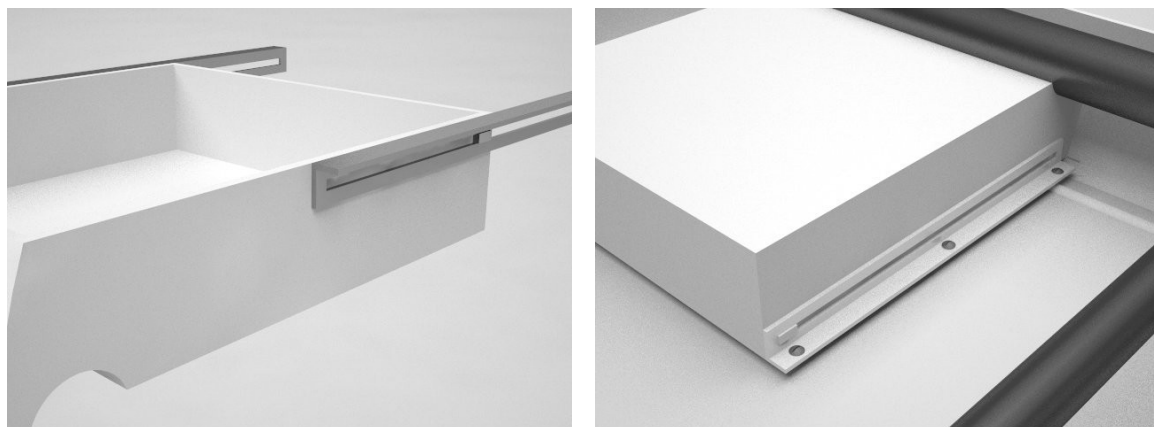
*Obr. 4.10 Vizualizace tvarování rukojeti stolu*

Další prvkem šuplíku je vybrání na spodní straně, do kterého se skládá noha stolu a šuplíku tak zabrání ve vysunutí při přenášení složeného stolu (obr. 4.11).



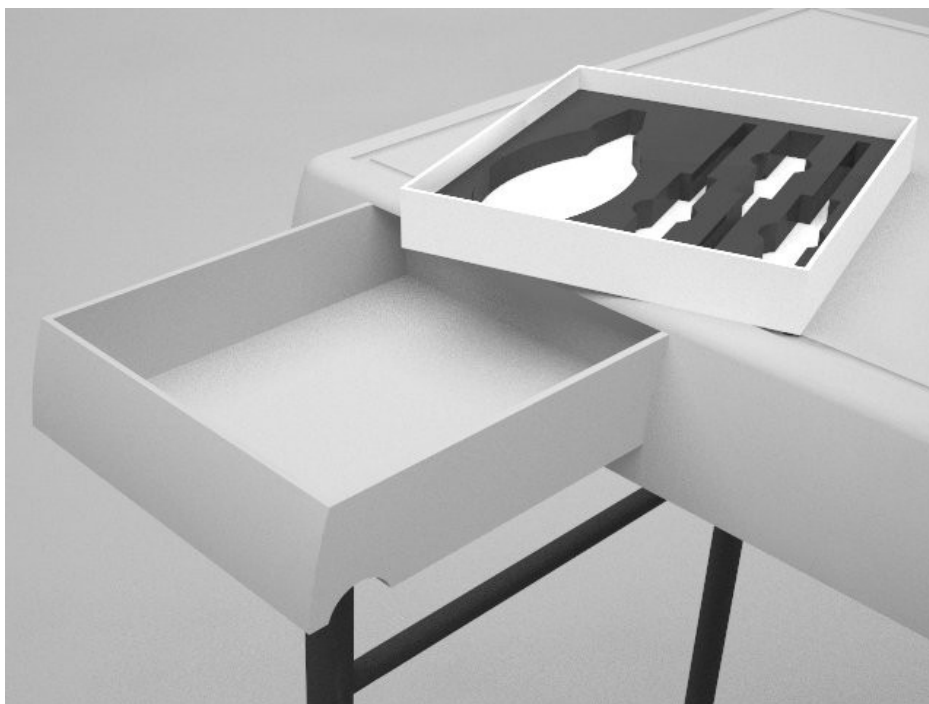
*Obr. 4.11 Vybrání na spodní straně šuplíku, do něhož se složí noha stolu*

Jako materiál těla šuplíku navrhuji tvrdý plast a výsuvné kolejničky z hliníkové slitiny. Pro vysouvání je možno použít kolejničky či závěsy z nabídky nábytkového kování. Nejjednodušším a také nejlevnějším řešením je pro kolejničku použít hliníkový L- profil, připevněný ze spodní strany na desku stolu (obr. 4.12).



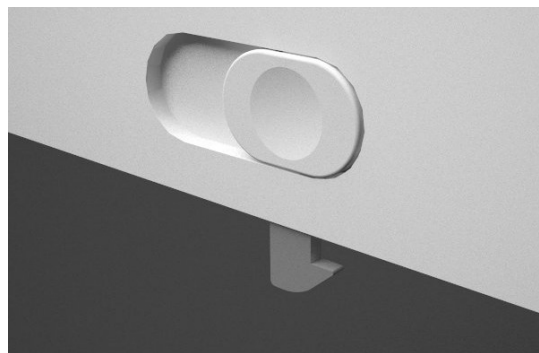
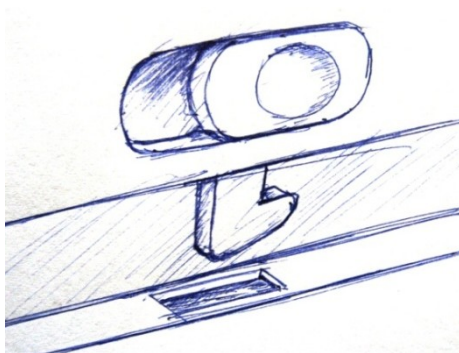
*Obr. 4.12 Návrh držáků šuplíku*

Vnitřní prostor šuplíku jsem se rozhodl využít co nejhospodárněji a co nejvíc prakticky. Při složení stolu a manipulaci s ním jsou šuplíky ve svislé poloze, proto pro zachování pořádku uvnitř šuplíku by bylo vhodné vytvořit tzv. organizér. Podobný se používá u šuplíků kuchyňských linek nebo psacích stolů. Proto jsem navrhl šuplík jako dvoupatrový s vloženým menším šuplíkem, ve kterém je vložená pěnová guma nebo molitan vytvarovaný podle ukládaného náradí (obr. 4.13). Měkká výplň udrží náradí na místě a navíc zabrání jeho možnému poškození či otupení.



*Obr. 4.13 Tvar stolního šuplíku*

Dalším důležitým prvkem stolu je zámek. Zámek by měl s jistotou udržet obě poloviny desky stolu u sebe, zejména při přenášení. Jeho odemknutí by mělo být pohodové a proveditelné jednou rukou. Zámek by také měl umožnit zamknutí, aby byl obsah stolu bezpečně chráněn. Rozhodl jsem se použít zámek, který se velmi podobá zámku použitých např. na notebooku (obr. 4.14).



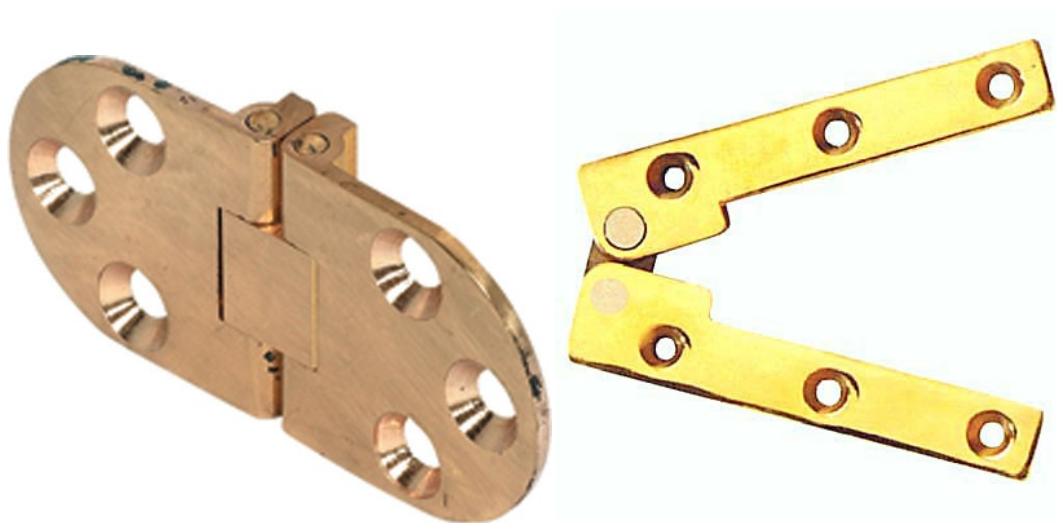
*Obr. 4. 14 Návrh zámku a jeho vizualizace na Rhinoceros 4.0*

Dalším praktickým detailem mého návrhu jsou drážky po obvodu horní plochy desky stolu (obr. 4.15). Drážky bezpečně zadrží nářadí a pomůcky, které by se chtěly skutálet se stolu při jeho náhodném naklopení a umožní také používat stůl při ne zcela vodorovné poloze, např. v terénu. Drážky jsou dostatečně hluboké, aby zachytily šroubky i šroubováky.



*Obr. 4.15 Pohled na stolní desku se záchytnými drážkami*

Součástí, která je rovněž důležitá a na skládacím stole nemůže chybět, je pant (obr. 4.16). Díky pantu neboli závěsu se stůl skládá a zmenší své rozměry na polovinu. Panty umožňují pohyblivé zavěšení jednotlivých částí a jejich následný rotační pohyb.



*Obr. 4.16 Tvar závěsů na skládací stoly*



*Obr. 4.15 Závěs použitý na skládacím stole neznámého výrobce*

Závěsy vyrobené z nerezové oceli (např. na obr. 4.15) se vyznačují pevností, tuhostí a dlouhou životností. Návrh na umístění pantů a jejich připevnění na obě části stolu je na obr. 4.16. Zde je také vidět pryžové protiskluzné patky tvarované tak, aby se při rozložení stolu vzájemně doplnily do souvislé linie a utěsnily mezeru, která by uprostřed desky mohla vzniknout. Ve složeném stavu podložky chrání dno proti poškrábání.



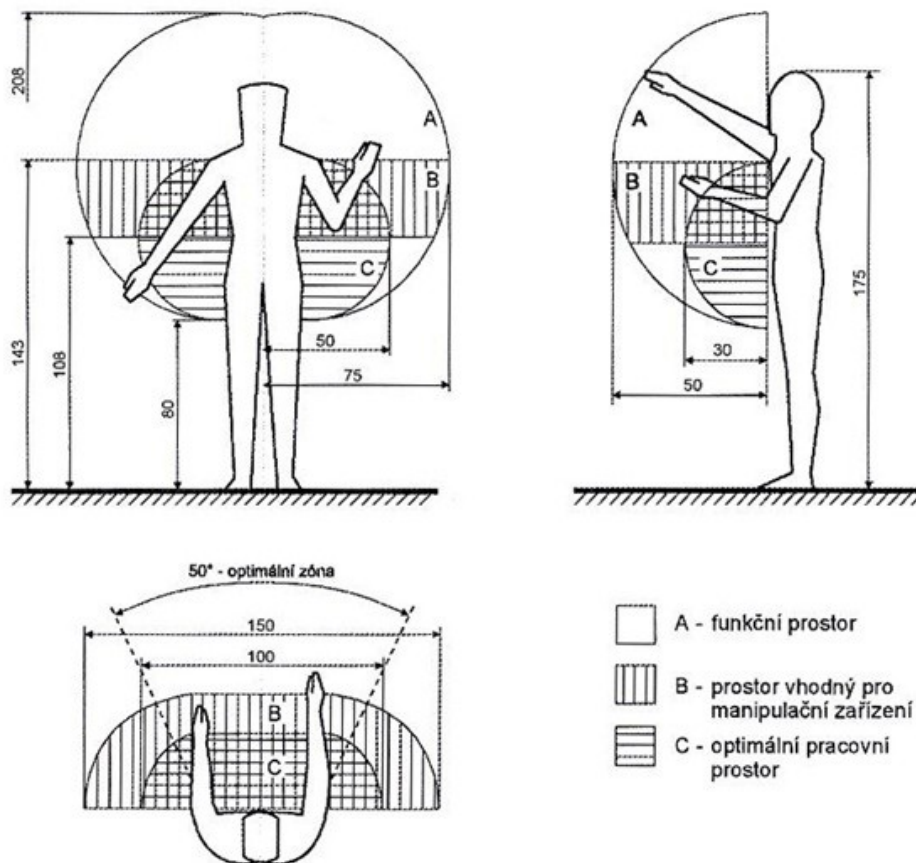
*Obr. 4.16 Umístění závěsů a víceúčelových protiskluzových podložek*

## 4.2 Ergonomické pracovní polohy

Při modelářských soutěžích a závodech se často stává, že se model auta poškodí, převrátí se nebo někam nabourá. Aby se rychle vrátil do závodu, musí být rychle opraven. Každý účastník opravuje svůj model v jiné pracovní poloze, dle zvyku, někdo vestoje, jiný vkleče. Vhodná pracovní poloha snižuje energetickou náročnost úkonů a zvyšuje přesnost pohybů. Nesprávná pracovní poloha může omezovat střídání poloh, nedovoluje větší rozsah pracovních pohybů a často vyžaduje větší svalovou námahu. Možnou pracovní polohu ovlivňují také rozměry stolu. Z těchto důvodů je velmi důležité správně zvolit velikost i výšku pracovní desky. Proto jsem navrhnul výškově stavitelné nohy, které dovolí pracovat vestoje nebo vsedě.

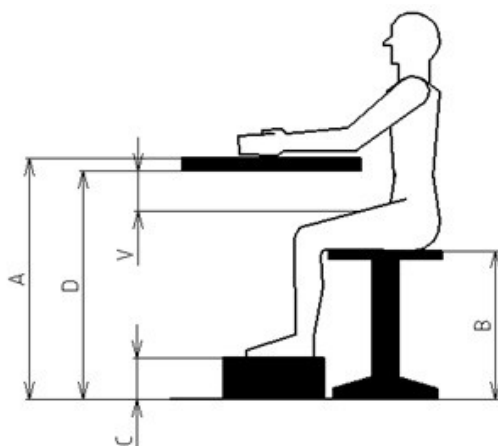
Na obrázku 4.17 jsou ukázány prostory vyhrazené pro manipulaci a pracovní činnost rukou.

- Oblast A je funkční prostor max. dosahu paží ze vzpřímeného postoje
- Oblast B a C jsou oblasti manipulace
- Průnik oblastí B a C je nejvhodnější pro jemnou mechanickou práci i náročnější na vizuální kontrolu.



*Obr. 4.17 Pracovní oblast (3)*

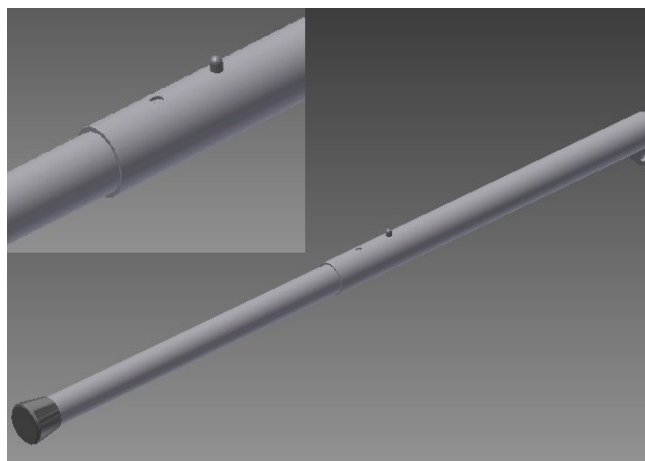
Na obr. 4.18 jsou uvedeny vhodné rozměry pracovního místa v sedě podle evropských kritérií. Těmito rozměry jsem se inspiroval při vlastním návrhu.



Rozměr (cm)	Tělesná výška (cm)				Zvolený rozměr
	155	165	170	185	
A- Pracovní výška sedu	73	78	82	90	Max.
B- Výška sedu	55	52	50	45	Min.
C- Výška podnožky	17	12	9	0	Min.
D- Výška pro nohy	68	67	66	65	Min.

*Obr. 4.18 Rozměrové řešení pracovního místa (4)*

Nohy stolu se skládají ze dvou hlavních částí zastrčených do sebe (obr. 4.19). Na horní části jsou umístěné otvory, díky nim můžeme nastavit výšku stolu podle potřebné pracovní polohy. Stavitelnost je zabezpečena pojistným kolíkem na pružině. Zatlačením kolíku do nohy se odjistí vzájemná poloha obou částí nohy a lze nastavit její výšku. Díky propojení noh příčnou výztuhou lze nastavení výšky provést pro dvě nohy najednou. Na konci horní části nohy je přivařen úchyt, kterým je noha kloubově připojena k desce stolu



*Obr. 4.19 Stavitelná noha stolu na Inventor rel. 11*





*Obr. 4.20 Stavitelné nohy stolu na Rhinoceros 4.0*

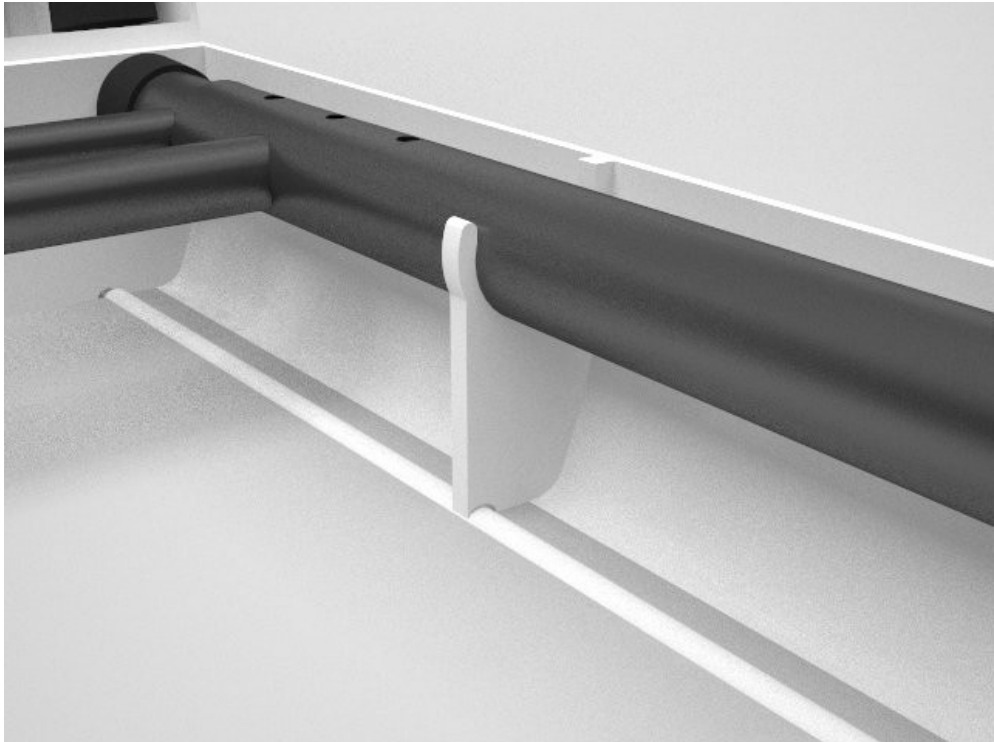
Jako materiál stolních noh jsem zvolil hliníkovou slitinu, materiál typický pro nohy skládacích stolů, zejména kvůli své nízké hmotnosti. Hustota hliníku je přibližně třetinová oproti oceli. Hliník a jeho slitiny se snadno obrábějí, dají se odlévat. Je odolný proti korozi chráněn vrstvou silného oxidu. Jeho vlastnosti jej předurčují pro takové použití.

Na následujícím obrázku je znázorněn výklopný držák nápoje, otočně uložen na čepu.



*Obr. 4.21 Výklopný držák nápojů.*

Pohled na tvarování spodní strany desky stolu a uložení složené nohy. Nohu na svém místě udrží výztuha vycházející z desky stolu.



*Obr. 4.22 Uložení nohy v desce stolu*



## 5 Vizualizace skládacího stolu v grafických programech

Na následujících obrázcích jsou uvedeny vizualizace skládacího stolu v různých grafických programech.

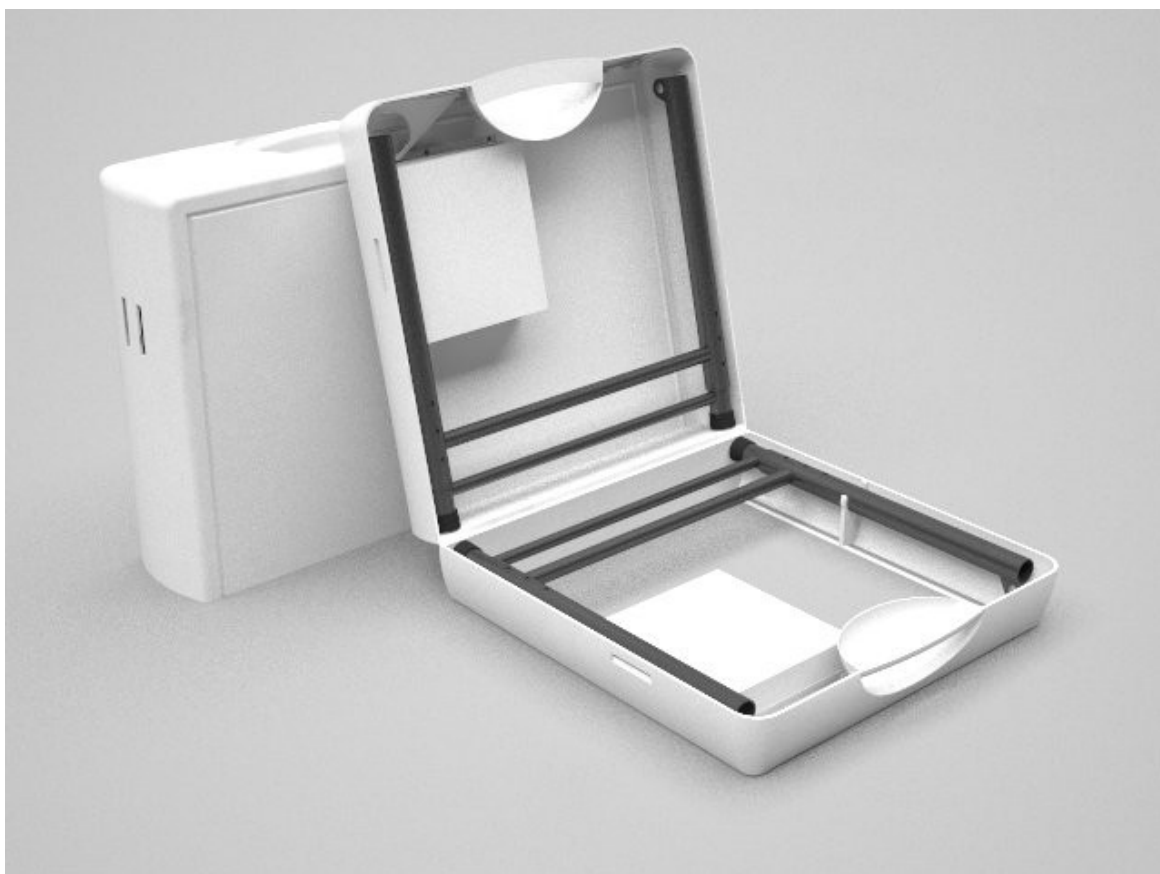
### Vizualizace skládacího stolu v programu Rhinoceros 4.0



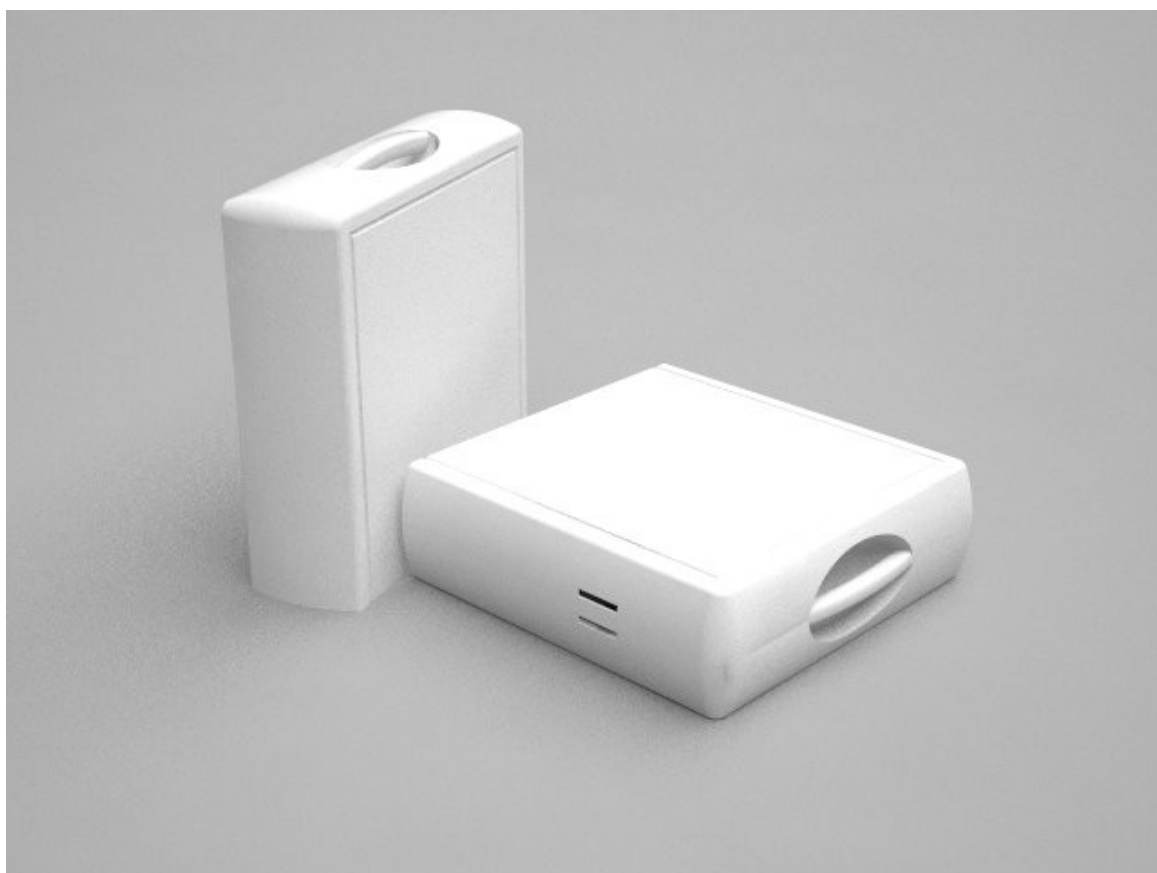
*Obr. 5.1 Vizualizace skládacího stolu na Rhinoceros 4.0*



*Obr. 5.2 Vizualizace skládacího stolu s příslušenstvím na Rhinoceros 4.0*



*Obr. 5.3 Vizualizace skládání stolu na Rhinoceros 4.0*



*Obr. 5.4 Skládací stůl při skládání na Rhinoceros 4.0*

## 5.2. Vizualizace skládacího stolu v programu CATIA R18



*Obr. 5.4 Vizualizace skládacího stolu na CATIA vsedě*



*Obr. 5.5 Vizualizace skládacího stolu v sw CATIA při přenášení*

## 6 Pevnostní výpočty

### 6.1 Pevnostní kontrola nohy skládacího stolu

Zatížení desky stolu je přenášeno do noh. Předpokládám, že maximální zatížení stolu bude asi 40 kg, v případě, že bude na desce ležet nářadí, model a navíc se modelář opře o desku stolu. Na noze stolu je při vertikálním zatížení nejvíce namáhán pojistný kolík, a to na střih. V následujícím výpočtu je provedena pevnostní kontrola kolíku.

Materiál kolíku, který tvoří spojovací prvek mezi horní a dolní částí, volím 11500, mez kluzu je  $Re = 270 \text{ MPa}$ . Hodnotu statické bezpečnosti volím  $k_s = 2$ . Vnější průměr pojistného kolíku je  $D = 6 \text{ mm}$  a vnitřní  $d = 4 \text{ mm}$  (obr. 6.1). Gravitační zrychlení  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ , zatížení  $m = 40 \text{ kg}$ .

Napětí kolíku musí vyhovovat podmínce:

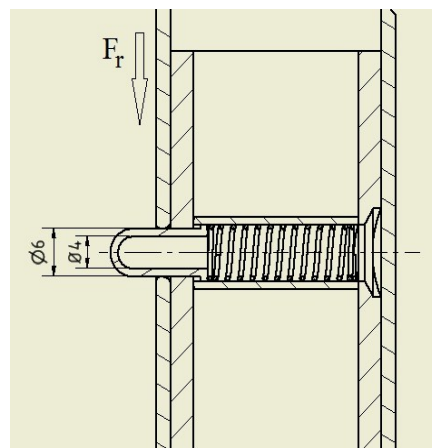
$$\tau_s \leq \tau_D$$

**Celková zatěžující síla na stůl:**

$$F = m \cdot g = 40 \cdot 9,81 = 392,4 \text{ N}$$

**Zatížení na jednu nohu:**

$$F_r = \frac{F}{4} = \frac{392,4}{4} = 98,1 \text{ N}$$



Obr. 6.1 Řez pojistným kolíkem

**Dovolené smykové napětí:** stanoveno na základě pevnostní hypotézy H-M-H

$$\tau_D = \frac{0,577 \cdot Re}{k_s} = \frac{0,577 \cdot 270}{2} = 77,895 \text{ MPa}$$

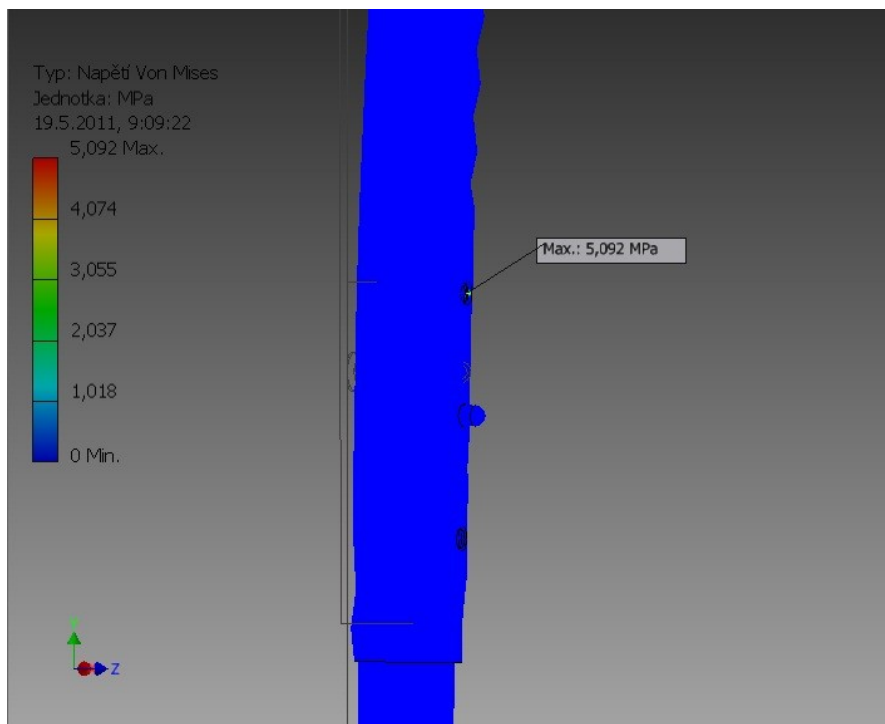
**Smykové napětí na kolíku:**

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{F_r}{\frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}} = \frac{98,1}{\pi \cdot (6^2 - 4^2)} = \frac{392,4}{62,832} = 6,245 \text{ MPa} \rightarrow \tau_s \leq \tau_D$$

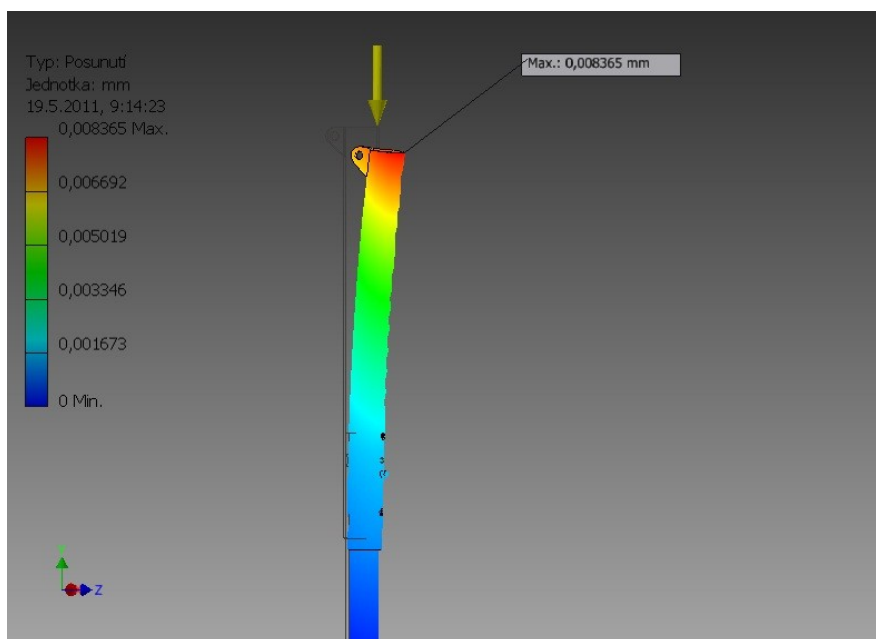
Velikost smykového napětí na kolíku vyhovuje dané podmínce.

## 6.2 Pevnostní analýza

Analytický kontrolní výpočet kolíku jsem zkontroloval pomocí metody konečných prvků v programu Inventor. Z výsledků výpočtu MKP vyplývá maximální napětí na kolík o velikosti 5,09 MPa (obr. 6.2), součinitel bezpečnosti je 15 a maximální deformace konce nohy cca 0,0084 mm (obr. 6.3). Analytický výpočet a pevnostní kontrola v programu Inventor určilo místo, které je nejvíce deformováno a namáháno.



*Obr. 6.2 Maximální zatížení působící na kolík*



*Obr. 6.3 Maximální deformace při zatížení nohy*



## 7 Reálný model

Nejdříve bylo nutné vytvořit kostru stolu, která slouží jako nosný prvek pro nanášené tmely. Vyrobil jsem kostru z houževnatého plastu (PSH deska). Pomocí vteřinového lepidla a dvousložkového rychleschnoucího lepidla jsem spojil a vzájemně slepil povrchy plastů. Pomocí šablony, kterou jsem vyřezal a vybrousil podle výkresu, jsem vytvaroval boční tvar stolu.



*Obr. 7.1 Šablona pro tvorbu tvaru stolu*



*Obr. 7.2 Kostra desky stolu*

Při tvorbě tvaru boku stolu jsem plochu zdrsnil nalepením kousků plastové desky, aby tmel lépe držel. Používal jsem černý tmel na plasty a na vrchní vrstvu jemnější tmel a vybrousil se smirkovým papírem nejprve o zrnitosti 60, následně 120-140 pro jemnější a rovnější povrch. (obr. 7.3)



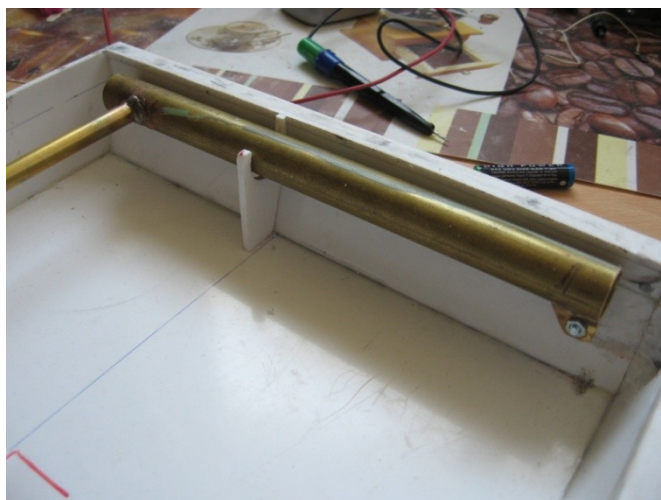
*Obr. 7.3 Pohled na rozpracovaný model desky*

Pro výrobu noh stolu jsem použil mosazné trubky o rozměrech 16x1 mm, 13x0,5 mm a 8x1 mm. Pomocí plynového hořáku a pájky s cínem a pájecí kapalinou jsem trubky spojil.



*Obr. 7.4 Spojování trubek a hotová kostra horní části noh*

Nohy jsou připojeny k desce stolu pomocí šroubů a matic. Do trubek jsem navrtal díry pro umístění pojistného kolíku pro nastavování výšky. Na spodní část noh jsem umístil pryžové protiskluzové koncovky. (obr. 7.5)



*Obr. 7.5 Detail děrování a pryžová koncovka nohy stolu*

Konstrukce pojistného kolíku obsahuje:

- pojistný kolík, který je předělaný ze šroubu,
- pružinu,
- trubičku.

Kolík a pružina jsou uloženy v trubce (dolní část stolu) a zpevněny cínem.

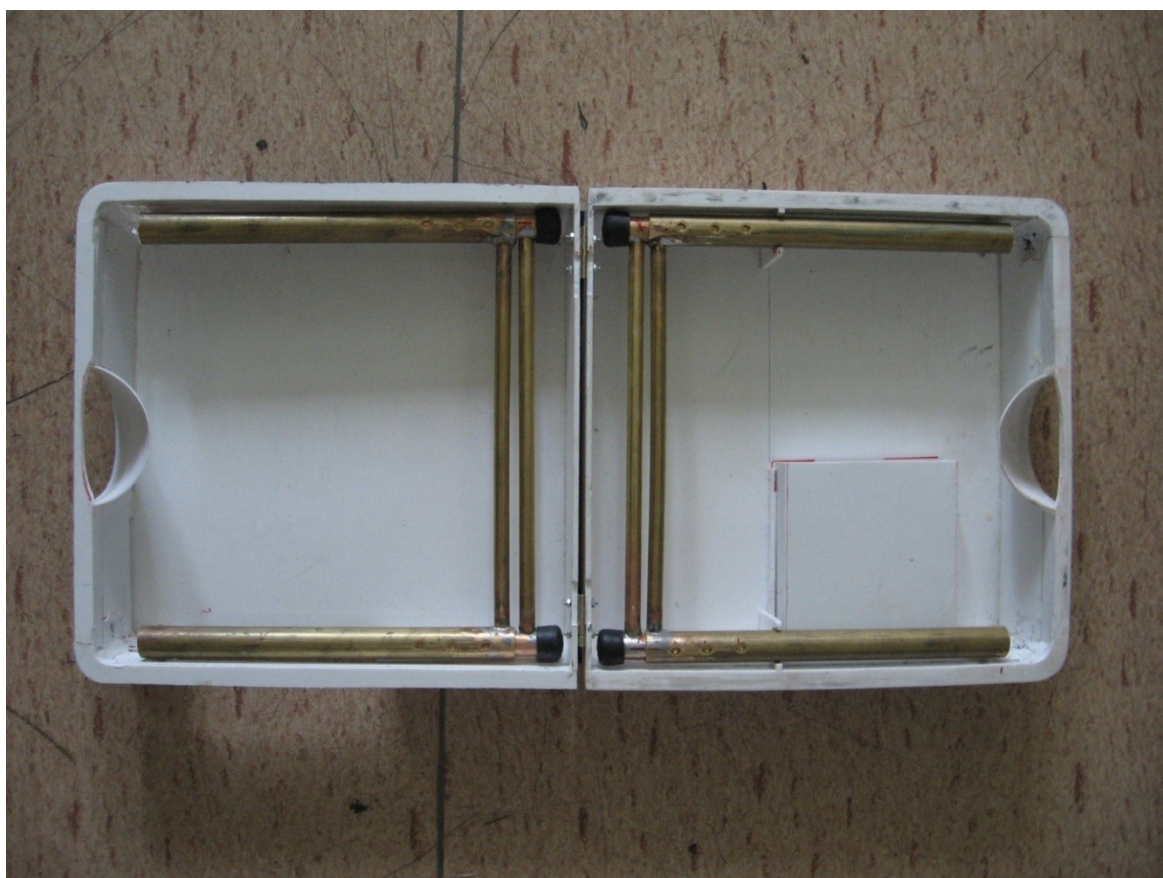


*Obr. 7.6 Sestavení pojistného kolíku a jeho umístění v trubce nohy*





*Obr. 7.7 Pohled na sestavený reálný model stolu*



*Obr. 7.8 Pohled na složené nohy a vnitřní uspořádání stolu*

## 8 Závěr

V úvodu této bakalářské práce je uveden obecný pohled na problematiku skládacích stolů z hlediska různých velikostí, materiálů a určení. Ze svých vlastních zkušeností při modelářských závodech jsem zjistil, jaké typy skládacích stolů závodníci nejčastěji používají. Provedl jsem vlastní návrhy skládacího stolu, který splňuje nároky a potřeby uživatele při závodech ve venkovním i vnitřním prostředí.

Při zpracování a po konzultacích s vedoucím bakalářské práce byla vybrána ta nejvhodnější varianta, na které jsem pracoval až do její finální podoby. Nejlepší varianta včetně všech detailů byla zpracována v programu Rhinoceros a pomocí somatografického modelu člověka - manekýna v programu Catia je možno vidět celkový tvar skládacího stolu při práci vstoje a vsedě. V programu Inventor jsem vypracoval sestavný výkres stolu.

Na základě analytického výpočtu jsem provedl pevnostní kontrolu pojistného kolíku v noze stolu a kontrolu pomocí metody konečných prvků v programu Inventor. Navržený kolík podmínkám namáhání vyhovuje.

Zhotovil jsem reálný model skládacího stolu z materiálu PSH (houževnatý polystyrén) v měřítku 1:2.

## **9 Seznam použité literatury**

### **Použité literatury:**

(1) Leinveber, J., Vávra, P.: Strojnické tabulky, třetí doplněné vydání. Albra úvaly, 2006. ISBN 80- 7361- 033- 7.

(2) Hrudíčková, M.: Ergonomie I

(3), (4) Plchová, A., Hrudíčková, M.: Design v konstrukci strojů, návod do cvičení, 2005. ISBN 80- 248- 0794- 7.

### **Použité internetové odkazy**

- URL: <http://www.google.com/>
- URL: <http://www.seznam.cz/>
- URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Folding\\_table](http://en.wikipedia.org/wiki/Folding_table)
- URL: <http://www.foldingtablesdesign.tk/>
- URL: <http://www.buylifetime.com/products/blt/pid-22941.aspx>
- URL: <http://www.rcteamrychvald.cz/fotogalerie.html>

### **Použité grafické programy**

- Autodesk Inventor 2011
- Rhinoceros 4.0
- CATIA V5R18

## **10 Seznam příloh**

(1) Výkres sestavení skládacího stolu č. v. NGU136- SB3KSD01- 2

(2) CD-ROM